

MARAVILLAS DEL TIEMPO Y LAS MAREAS

AL estudiar la naturaleza, observamos que sus constantes alteraciones, cuales son, por ejemplo, las formadas por la variación de las estaciones y la sucesión del día y de la noche, no siguen siempre una dirección determinada, sino que se repiten constantemente, de modo que, después de haberse verificado veinte, o un millón de veces, se hallan las cosas tal como estaban al principio. Estos cambios, que parecen girar en círculo, se llaman ordinariamente cambios cíclicos, y de ellos está lleno el estudio de la naturaleza. El ciclo que mejor conocemos es la sucesión del día y la noche; mas no deja de ser éste un cambio brevísimo comparado con otros muchos. Estudiando, en efecto, el sistema solar, hallamos muchos ciclos, comparados con los cuales el día y la noche no son sino un momento.

Existe, por ejemplo, una especie de ligero balanceo de la tierra sobre su eje, es decir, sobre la línea que la atraviesa de polo a polo; pero este fenómeno se verifica en ciclos de veintiséis mil años de duración. Asimismo las órbitas en que los planetas se mueven, en vez de hallarse todas en el mismo plano como si estuviesen trazadas sobre una hoja de papel, se hallan más o menos inclinadas entre sí; pues bien, estas inclinaciones se suceden en enormes ciclos que duran edades inconmensurables.

Como ejemplos de ciclos más breves en la naturaleza, tenemos el movimiento de las aguas terrestres, que desde el mar suben en forma de nubes a las regiones atmosféricas superiores, y desde allí, convertidas en lluvia—que a su vez constituye torrentes y ríos—vuelve de nuevo al mar; también es corto el ciclo recorrido por ciertas substancias elementales, como el del carbono que se contiene en el ácido carbónico de la atmósfera; dicho elemento, el carbono, pasa del aire a las plantas, de las plantas al animal y del animal vuelve otra vez al aire.

Todos estos ciclos, y mil más, son sumamente interesantes bajo muchos aspectos, aun cuando no hayamos llegado a comprenderlos del todo. Mirados, empero, desde otro punto de vista, no son tan interesantes; y, en efecto, si bien es cierto que son ellos las causas de muchísimas cosas que suceden en todo el universo, y en la tierra, también lo es que, terminado el ciclo, vuelven las cosas a su primitivo estado, y, por consiguiente, *no conducen a ninguna parte.*

Supongamos que, entre este inmenso

trabajar de la naturaleza, encontrásemos un pequeño accidente que se sucediese interrumpidamente, pero siempre en determinada dirección, de modo que no volviese a su punto de partida; entonces, aunque fuese difícil notarlo en un momento dado, sería, en cierto modo, un millón de veces más interesante que cualquiera de esos cambios cíclicos, o circulares.

Tenemos, en el primer caso, un movimiento giratorio, hábil y admirable, pero que no pasa de ser un girar continuo y siempre en círculo; en cambio, en el segundo, el movimiento se efectuaría hacia algún punto, y entonces se presentaría una cuestión interesante:—¿a dónde se dirige? Puede ser un movimiento lento, tan lento, que toda la duración de la vida del género humano sea nada comparada con él; pero, aun así y todo, siendo el tiempo interminable, este movimiento habría de cambiar totalmente el mundo, si fuese realmente progresivo y no hubiese de volver sobre sí mismo. En consecuencia, mayor interés experimentaríamos por lo pequeño con dirección fija determinada, que por lo grande que ha de acabar volviendo a su punto de partida, aun cuando el regreso se haga en un millón de años. Sentadas estas doctrinas, pasemos al estudio de las mareas.

CÓMO EL HOMBRE PENSÓ EN UN PRINCIPIO QUE LA TIERRA PERMANECERÍA ETERNAMENTE INMUTABLE

Al estudiar el sistema solar, se vió primeramente, que el sol ocupaba el centro del sistema; después, que los planetas se movían en una órbita especial alrededor del sol, y, últimamente, que el sol y los planetas estaban equilibrados por la ley de la gravitación. Más tarde se estudió la influencia que esta ley podía ejercer entre unos y otros planetas, y se llegó a la conclusión de que el sistema solar es una cosa estable, por decirlo así; esto es, algo dispuesto en tal forma, que, a no ser alterado por causas externas, duraría siempre en el estado en que ahora se encuentra. No obstante, no se tuvo presente una cosa: las mareas. Se hicieron cálculos sobre el sol y los planetas con sus lunas, como si cada uno de estos cuerpos fuese y hubiese sido siempre una masa de materia perfectamente sólida, rígida e inflexible; se llegó a demostrar matemáticamente que estas masas, a las actuales distancias unas de otras y con sus actuales movimientos, experimentarían ligeras alteraciones, mas que éstas no pasarían de cambios cíclicos, y, por consiguiente, el sistema solar era de naturaleza tal que duraría eternamente.

LAS MAREAS EN EL SOL, EN LA LUNA Y EN LA TIERRA

Todos sabemos cuán falsa es la teoría de que la tierra sea una porción de materia sólida y rígida. Si de ello no hubiese otra prueba, bastaría la existencia de las mareas, que están a la vista de todo el mundo. Ahora bien, estas mareas se verifican principalmente a causa de la atraccion de la luna, la cual obra, no sólo en la superficie de la tierra, sino en todo su interior; por consiguiente, si éste no es rígido, sino líquido, puede la luna causar mareas en él a medida que la tierra va girando sobre sí misma. Más todavía: si el interior de la luna fuese líquido, lo cual es posible, podría asimismo la tierra causar en él más o menos alteraciones.

Tenemos, además, el caso del sol. De él sabemos ya lo suficiente, para no ignorar que se halla muy distante de ser una masa sólida, rígida e inflexible. Si, por otra parte, existe alguna fuerza de gravitación que ocasione mareas en el sol mientras gira sobre sí mismo, deduciremos que el sol está idóneamente constituído para producir las más formidables mareas que podemos imaginar. Es una necesaria consecuencia de la ley de la gravitación, que todo planeta, y aun los satélites de los planetas, deben originar mareas en el sol al girar éste sobre sí mismo, una vez cada 26 días, aproximadamente.

Un planeta por lo menos, Júpiter, es tan grande, y por consiguiente tiene tal fuerza de gravitación, que no puede menos de levantar considerables mareas

en el sol. Probablemente Júpiter es todavía una especie de pequeño sol, muy distante de ser rígido y sólido, pues diferentes partes de él giran a diferentes velocidades, de igual manera que ocurre en el mismo sol. Por consiguiente, las lunas de Júpiter, y el sol (para no mencionar la tierra y otros planetas), ocasionan mareas en Júpiter. Otro tanto sucede en Saturno.

CÓMO SABEMOS QUE LAS MAREAS CAMBIARÁN ENTERAMENTE LA TIERRA

De todo lo dicho podrá deducirse que la cuestión de las mareas es quizás mucho más trascendental de lo que nos habíamos imaginado. Por lo menos, es de todo punto cierto que, si no averiguamos antes cuál es la acción de las mareas en el sistema solar, en manera alguna podremos dar por segura la duración eterna de dicho sistema en su estado actual, ya que en los antiguos cálculos no se tuvieron en cuenta las mareas, y éstas originan quizás diferencias muy notables en los resultados obtenidos. Un astrónomo inglés ha estudiado esta cuestión durante largos años, y el fruto de sus estudios, y de los de otros sabios, ha sido descubrir en las mareas una fuente de alteraciones que, aunque de acción lenta, fluye en determinada dirección no circular, de manera que, en su largo curso—cuya duración no puede conjeturarse—deben las mareas cambiar enteramente el sistema solar de su estado actual en algo muy diferente; cambio que en parte ya se ha verificado.

Recordemos aquí con toda su sencillez los fenómenos que se producen en las mareas que mejor conocemos. Miles de años hace que el hombre reconoce una conexión íntima entre estas mareas y la luna, y, con todo, nadie sabía entonces qué era la gravitación. Ahora comprendemos, como cuando la tierra gira bajo la atracción de la luna, el agua próxima a este satélite sube, formando la marea alta, al mismo tiempo que la parte sólida de la tierra es atraída hacia la luna con más fuerza que el agua que se halla en los extremos distantes de la tierra.

GUERRA DE ATRACCIÓN ENTRE EL SOL Y LA LUNA, CONTRA LA TIERRA

Así, la tierra es atraída fuera del agua y el agua que queda detrás forma una marea alta en el extremo opuesto de la tierra, del propio modo que en el punto más próximo a la luna. Y en medio de ambas, en la parte de tierra comprendida entre estos dos puntos, encontramos las mareas bajas, pues el agua no puede ocupar dos sitios diferentes al mismo tiempo. El sol obra exactamente en la misma forma que la luna, aunque con menos fuerza a causa de su mayor distancia. A veces, ambos astros, el sol y la luna, ejercen su acción en la misma línea, y esto ocurre en los plenilunios y novilunios; otras, la luna y el sol atraen en ángulo más o menos recto, respecto uno de otra. En el primer caso las pleamares son mas altas (mareas mayores o aguas vivas), y las bajamares son más bajas que en otros tiempos, lo cual es debido a la atracción del sol, ayudada por la atracción de la luna. En el segundo caso, las mareas son menores (aguas chifles o muertas), porque la atracción del sol y de la luna se desvirtúa mutuamente; si bien en esta poderosa lucha vence la luna, por estar mucho más cerca y ser en consecuencia, más fuerte.

LAS MAREAS SIRVEN DE FRENO A LA ROTACIÓN DE LA TIERRA

Puede demostrarse palpablemente que estos dos grandes flujos de mareas, que se mueven constantemente alrededor de la tierra, según ésta va rodando sobre su eje, obran como el freno de hilar, pues proviniendo la fuerza de las mareas de la fuerza con que la tierra gira sobre sí misma, aquéllas toman su eficacia a expensas de esta fuerza, lo cual equivale a decir que la tierra gira cada vez menos rápidamente, y que las mareas aumentan la duración del día. Cierto es que la diferencia entre el día de hoy y el de mañana es insignificante, y cualquier conjetura que podamos hacer sobre la rapidez con que aumentan los días es muy ambigua y no merece ser tomada en cuenta; mas

no deja de ser verdad que este cambio se verifica constantemente.

Asimismo, podemos probar a todas luces que otra consecuencia de las mareas es que la luna se aleja cada día más de la tierra, invirtiendo así la luna más tiempo en su vuelta alrededor del mundo; en otras palabras: *el mes y el día se van haciendo más largos.*

Para demostrarlo, fácil nos será trazar el curso de cambio hacia adelante y hacia atrás; en ambos casos nuestras conclusiones estarán perfectamente de acuerdo con lo que en otra forma hemos indicado. Si la luna se mueve alejándose de la tierra, ha debido un día estar más cerca de ella que lo está ahora y, por consiguiente, el mes ha sido más corto. Si el día se alarga a causa de ser retartada la rotación de la tierra por las mareas, es evidente que el día debe haber sido antes más corto. Y si retrocedemos lo bastante, encontramos que el día ha llegado a tener en algún tiempo una duración no mayor de cuatro horas, aproximadamente. Y no podemos retroceder más en nuestras conjeturas, pues si llegamos a creer que la tierra ha girado aún más de prisa, es decir, que el día ha durado menos de cuatro horas, será preciso reconocer que la tierra habría girado con tal velocidad, que se habría hecho pedazos.

POR QUÉ VEMOS SOLAMENTE UN LADO DE LA LUNA

Si de nuevo trazamos la historia de la luna y del mes, hallaremos que cuando la tierra giraba sobre sí misma en cuatro horas, aproximadamente, formando un día de esa duración, la luna debió girar alrededor de la tierra también en ese mismo período de tiempo, engendrando un mes de cuatro horas. Pero esto es lo mismo que suponer que la tierra y la luna formaban un solo cuerpo, con un espacio vacío entre ambas, pues las dos giraban juntas. No tenemos más que fijar nuestra atención algo más atrás para deducir que antes de ese tiempo, la tierra y la luna debieron constituir un solo cuerpo: es decir, que la luna es un trozo desprendido de la tierra. He aquí una consecuencia que habíamos ya admitido, basados en otros principios; por donde se verá de cuanto interés e importancia es el estudio de las mareas y su influencia en la tierra, pues por sí mismo nos hubiera dado a conocer que antiguamente la tierra y la luna formaban un solo cuerpo.

Aquí debemos recordar algo que ya tenemos sabido, y es que por girar la luna sobre sí misma exactamente en el mismo tiempo que emplea en ir alrededor de la tierra, la vemos siempre del mismo lado. Si fuese una casualidad, sería sumamente extraordinario que el tiempo que la luna invierte en su viaje alrededor de la tierra fuese el mismo que el que emplea en dar la vuelta sobre su eje; mas es factible probar que no es una casualidad, sino más bien todo lo contrario; justamente lo que debemos esperar, si nuestra teoría acerca de la luna y las mareas es verdadera.

DE CUÁNDO UN DÍA SERÁ TAN LARGO COMO LO SON AHORA DOS MESES

Es también interesante saber que cuando la luna se enfríe del todo, de forma que quede rígida, y no haya mareas en su interior, como han cesado ya en su superficie, quizá dejará entonces de regir la ley que fuerza a la luna a girar sobre sí misma en el mismo período de tiempo que invierte en dar la vuelta alrededor de la tierra De este modo, en época lejana la luna continuará girando sobre sí misma con velocidad igual a la de ahora, pero invertirá más tiempo que ahora en su viaje en torno a la tierra. Esto equivale a decir que, si entonces existe aún el género humano, los astrónomos de esos tiempos podrán ver el otro lado de nuestro satélite.

No obstante, todo esto es insignificante comparado con las maravillas que nos presenta para lo futuro el estudio de las mareas. La luna se alejará más y más de la tierra y tardará en consecuencia más y más tiempo en girar alrededor de ella, con lo cual el día de la tierra se hará constantemente

más largo. Todos estos cambios, sin embargo, no se verificarán con la misma velocidad. El día crecerá con más rapidez que el mes, cosa que ciertamente está sucediendo ahora, y, dentro de millones de años, el mes y el día tendrán la misma duración, como la tuvieron en los tiempos en que la luna fué engendrada de la tierra; con la sola diferencia de que, mientras su duración fué en un principio probablemente de cuatro horas, será entonces de cincuenta y siete días de los actuales, de veinticuatro horas cada uno.

POR QUÉ LLEGARÁ UN DÍA EN QUE CESEN LAS MAREAS SOBRE LA TIERRA

Estará entonces la luna a una gran distancia de la tierra, e invertirá todo ese tiempo en girar alrededor de ella; pero la acción de freno que ejercen las mareas habrá retardado tanto la circunvolución de la tierra, que ésta tardará asimismo cincuenta y siete días en girar sobre si misma. Quiere decir esto, que la luna y la tierra girarán juntas, cual si una barra de acero las atravesase y sostuviese, sólo que, en vez de ser sostenidas por dicha barra, lo serán por la fuerza de la gravitación; con la particularidad de que, si nos fuese dable sustituir la gravitación por la tal barra de acero, encontraríamos que la luna es demasiado pequeña para sostener la punta de dicha barra, la cual había de ser suficientemente gruesa para hacer el trabajo que la gravitación realiza tan fácilmente.

Podríamos, pues, probar que este estado de sistema terrestre—lunar sería durable, si no hubiésemos de tomar en consideración más que la luna y la tierra; pero no podemos dejar de tener presente al sol. Las mareas originadas por la luna cesarán un día, pues vemos que la luna y la tierra girarán juntas cual si tuviesen por eje una barra de acero; pero todavía subsistirán en la tierra las mareas producidas por el sol, o las alteraciones correspondientes a las mareas en la materia flúida en el interior de nuestro globo, las cuales no hemos tomado en cuenta por ser mucho menos poderosas que las mareas causadas por la luna; ello, no obstante, existen y existirán después que hayan cesado las mareas lunares, y entonces, de igual manera que ahora, obrarán como un freno en la rotación de la tierra.

EL TIEMPO EN QUE EL DÍA Y LA NOCHE DURARÁN SEMANAS ENTERAS

Significa todo esto, algo tan extraño, que apenas podemos imaginarlo. La luna dará vueltas alrededor de la tierra, en menos tiempo del que tardará la tierra en girar sobre sí misma, y, por consiguiente, el mes será más corto que el día—cosa tan distinta de la actual que difícilmente podemos creerla. Pero si estudiásemos otro planeta con su luna, o, mejor, con dos lunas, y si ese planeta fuese menor que la tierra, de modo que sus cambios se sucediesen más rápidamente, y dicho planeta se hallase ahora en un estado que la tierra no alcanzará en muchas edades, veríamos realizada esta extraordinaria teoría que los astrónomos predicen respecto de la tierra y la luna.

El maravilloso planeta Marte, nuestro vecino, es mucho menor que la tierra; probablemente es mucho más viejo que ella, y, según se descubrió en Agosto de 1877, tiene dos lunas. La interior da más de tres vueltas alrededor del planeta, en el mismo tiempo que Marte gira sobre su eje una sola vez; por consiguiente, el día de Marte es tres veces más largo que su mes, si se computa el mes por la interior de las dos lunas marcianas. No hace mucho tiempo que esa particularidad del movimiento del citado satélite de Marte hubiera sido inexplicable; pero nosotros la comprendemos fácilmente, si tomamos en cuenta que la rotación de Marte ha sido retardada por las mareas solares, como sucede en la actualidad, y sucederá siempre en la tierra.

EL LENTO CAMBIO EFECTUADO POR LAS MAREAS A TRAVÉS DE LOS SIGLOS

Quizás sería posible trazar con más extensión de lo que lo hemos hecho, la futura historia del sistema solar en su relación con las mareas; pero todo ello no pasaría de un trabajo de conjeturas. Un punto esencial debemos tener presente, a saber: que en la

acción de las mareas hallamos algo que, si bien a causa de la lentitud no nos permite apreciar sus resultados, obra, no obstante, en una dirección determinada y fija en la cual no experimenta retroceso. No siempre ha existido el sistema solar, sino que es un producto de los cambios verificados a través de grandes intervalos: ni puede existir para siempre, ya que en él se suceden todavía alteraciones que, en el curso de las edades, lo transformarán en algo muy diferente de lo que ahora es.

Para terminar esta parte de nuestra historia, haremos notar otras dos clases de cambios operados en el sistema solar —cambios que, puesto que siguen constantemente una dirección determinada, presentan gran importancia. Es el primero, que todo el sistema solar se está enfriando incesantemente; es decir, que el sol y los planetas están agotando sus depósitos de calor. Cada uno de ellos intercepta un poco de calor y la luz que dimana de los otros cuerpos, pero, a causa de la gran distancia, mucha parte de ese calor se pierde en el espacio; y aunque va a algún sitio y, por tanto, no queda perdido para el Universo, no deja de ser una pérdida para el sistema solar. Últimamente hemos visto que el sol y los planetas producen calor dentro de sí mismos, tomándolo de algo; mas este algo no puede durar siempre. Por otra parte, el calor y la luz que el sistema solar recibe de las estrellas, no es de apreciar, comparado con el que pierde; en consecuencia, llegará día en que quedará totalmente frió. El segundo cambio, el cual guarda también la misma dirección fija, es la alteración producida por la gravitación. Bajo su influencia, el sol y los planetas se contraen; y podemos colegir que, en su larguísima carrera, todos los cuerpos que ahora giran alrededor del sol y constituyen su sistema, incluyendo la tierra, serán finalmente atraídos hacia el sol, y en consecuencia, el sistema solar habrá dejado de existir.

EL ÉTER CONVERTIRÁ A TODO EL SISTEMA SOLAR EN UN SOLO GLOBO

Muy recientemente los astrónomos han presentado otra cuestión. Los planetas y sus lunas, al moverse, se mueven ciertamente en *algo*: este algo no es el aire, porque éste es la capa exterior de los planetas, o de las lunas, provistos de atmósfera; es el éter. Sabemos perfectamente que el éter existe, y hasta empezamos a conocer algo de su constitución; trátase ahora de indagar si el éter no retarda los movimientos de los cuerpos que en él se mueven, y si se produce en él algún pequeño roce o resistencia, de la misma forma que cuando un pez avanza en el agua, o un pájaro o una bala que cruzan el aire. Es probable que el éter tenga tal propiedad; pero si así es, su influencia es ciertamente muy pequeña. Sin embargo, la insignificancia de una acción desaparece, y se convierte en cosa importante, si guarda siempre la misma dirección y no tiene límite de tiempo. Es, pues, probable que esta acción, incalculablemente lenta y entorpecedora, del éter, hará un día, de todo el sistema solar, un solo globo muerto, reduciéndolo al mismo estado en que quizá empezó hace millones de años, cuando, en su viaje por el espacio, acaso chocó con otro cuerpo y quedó diseminado en forma de nebulosa.

QUE TODO ESO NOS ADMIRE ES, REALMENTE, LO MÁS MARAVILLOSO DEL ASUNTO

Mas, al hablar del pasado y del futuro de nuestro sistema, considerando a éste bajo la influencia de las mareas, de la pérdida de calor, y de la gravitación, no debemos olvidar que el tiempo invertido, y que se ha de invertir en tales cambios, es infinito comparado con nuestras vidas; no hay imaginación bastante poderosa para abarcar las vastas extensiones de tiempo que son el objeto de estudio de la astronomía. Lo realmente admirable es que nosotros, seres humanos, tengamos el poder, durante los cortos momentos de nuestra existencia en esta pequeña tierra, de adquirir una ligera idea de la grandeza, de la majestad y del misterio de que estamos rodeados.